

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05185888

AQUEOUS LIQUID WITH DISPERSED FINE PARTICLE, PRODUCTION THEREOF AND SOLID COMPOSITION OBTAINED FROM SAID AQUEOUS LIQUID

PUB. NO.: 08-141388 [JP 8141388 A]

PUBLISHED: June 04, 1996 (19960604)

INVENTOR(s): SAKAI TAKAAKI
SUGA SHINJI

APPLICANT(s): DAISO CO LTD [350466] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 06-288117 [JP 94288117]

FILED: November 22, 1994 (19941122)

INTL CLASS: [6] B01J-013/00

JAPIO CLASS: 13.1 (INORGANIC CHEMISTRY -- Processing Operations)

JAPIO KEYWORD: R042 (CHEMISTRY -- Hydrophilic Plastics); R113 (CHEMISTRY -- Pullulam Polysaccharides); R124 (CHEMISTRY -- Epoxy Resins); R125 (CHEMISTRY -- Polycarbonate Resins)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a stable aqueous liquid having fine particles uniformly dispersed and a dry composition thereof by a method wherein a metal compound solution is added to an aqueous medium containing a water-soluble or water-dispersible polymer to precipitate the fine particles of a metal or metal compound in a specific size and in a specific proportion.

CONSTITUTION: A aqueous liquid and its dry composition are obtained which have dispersed in an aqueous medium containing a water-soluble or water-dispersible polymer fine particles of a metal or metal compound having a diameter of 1-1000nm and containing solid components in an amount of 0.001-12wt.% based on its total weight and a total solid concentration of at least 1wt.%. As the water-soluble polymer is used natural starch, its derivative, pullulan, synthetic polyvinyl-pyrrolidone, polyvinyl alcohol of the like. As the water-dispersible polymer is used a thermosetting phenol resin or epoxy resin, or thermoplastic polyethylene or polypropylene. As the fine particles of the metal or metal compound is used gold, silver, copper, zinc or silver oxide.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-141388

(43) 公開日 平成8年(1996)6月4日

(51) Int.Cl.⁶

B 0 1 J 13/00

識別記号

庁内整理番号

B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-288117

(22) 出願日 平成6年(1994)11月22日

(71) 出願人 000108993

ダイソー株式会社

大阪府大阪市西区江戸堀1丁目10番8号

(72) 発明者 酒井 貴明

大阪府吹田市千里山月ガ丘6丁目1-507

(72) 発明者 菅 伸治

兵庫県尼崎市武庫の里2丁目7番1-303

(54) 【発明の名称】 微粒子を分散した水性液とその製法及び該水性液より得られる固形組成物

(57) 【要約】

【構成】 水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーを含む水系媒体に金属化合物溶液を加えて直径1～1000nmかつ全固形成分の0.001～12重量%の金属及び／又は金属化合物の微粒子を析出させることにより微粒子が分散された水性液及びその乾燥組成物を得る。

【効果】 金属及び／又は金属化合物の微粒子が均一に分散した安定な水性液及び組成物が得られる。フォトクロミック材料、抗菌材料、防黴材料等の用途に応用できる。

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーを含む水系媒体中に、直径 1～1000nm かつ全固形成分中の含量が 0.001～12重量%の金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子が均一に分散されてなり、全固形成分濃度が 1 重量%以上である事を特徴とする微粒子を分散した水性液。

【請求項 2】 金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子が金、銀、銅、亜鉛、酸化銀、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、二酸化チタン、亜酸化銅、酸化第一銅、マグネタイト微粒子よりなる群より選ばれた少なくとも 1 種である請求項 1 に記載の水性液。

【請求項 3】 水溶性ポリマーが天然水溶性ポリマー及び／又は合成水溶性ポリマーよりなる群より選ばれた少なくとも 1 種である請求項 1 に記載の水性液。

【請求項 4】 天然水溶性ポリマーがでんぷん及びその誘導体、プルラン、水溶性セルロース誘導体、アルギン酸、グアーガム、アラビアゴム、トラガントガム、ゼラチンよりなる群より選ばれた少なくとも 1 種である請求項 3 に記載の水性液。

【請求項 5】 合成水溶性ポリマーがポリビニルピロリドン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンオキシド、ポリビニルエーテル、ポリアクリルアミド、ポリアクリル酸ソーダ、ポリエチレングリコール、水溶性アクリル樹脂、水溶性エポキシ樹脂、水溶性ポリエステル樹脂、水溶性ウレタン樹脂よりなる群より選ばれた少なくとも 1 種である請求項 3 に記載の水性液。

【請求項 6】 水中分散性ポリマーの直径が 1～1000nm である請求項 1 に記載の水性液。

【請求項 7】 水中分散性ポリマーが熱硬化性ポリマー及び／又は熱可塑性ポリマーである請求項 6 に記載の水性液。

【請求項 8】 水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーを含む水系媒体中に金属化合物溶液を加え相当する金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子を析出させる事を特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の微粒子を分散した水性液の製法。

【請求項 9】 水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーを含む水系媒体の粘度が 0.8～2000cP である請求項 8 に記載の水性液の製法。

【請求項 10】 金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子を化学反応又は物理的方法により相当する金属化合物溶液より析出させる請求項 8 に記載の水性液の製法。

【請求項 11】 化学反応が還元反応である請求項 10 に記載の水性液の製法。

【請求項 12】 化学反応がゾルゲル法又は共沈法である請求項 10 に記載の水性液の製法。

【請求項 13】 物理的方法が金属化合物の温度による溶解度の変化を利用する方法である請求項 10 に記載の水性液の製法。

【請求項 14】 請求項 1 に記載の水性液を乾燥して得られる固形組成物。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は直径が 1～1000nm の金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子を均一に分散した水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーを含む水性液とその製法及びその乾燥組成物に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 これまでにポリマーに添加剤を混合するにはロール式、バンバリータイプ、スクリュース式、ロータ式等の混練機を使用するのが一般に行われている。添加剤である微粒子の直径が 1～1000nm の場合には粒子間凝集力が極めて強いために全く均一にポリマー中に分散させる事は不可能であった。また水性塗料等に微粒子を添加するには水に分散させた微粒子を添加する試みがなされているが、微粒子の凝集のために直径が 1～1000nm の微粒子が均一に分散した水性塗料は得られていない。これはポリマーを分散した水系液相は安定化のために弱酸性に pH 調整を行なっている場合が多く、これに金属微粒子／金属化合物水系コロイドを添加しても通常金属微粒子又は金属化合物微粒子表面は負の表面電荷を有しているために、ヘテロ凝集により分散系が不安定となり媒質が凝集沈降するからで、最終的には均一な金属微粒子又は金属化合物微粒子分散ポリマーが得られない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ポリマーに微粒子を均一に分散する方法を種々検討した結果、ポリマーが水溶性あるいは水中分散性ポリマーであり、微粒子が金属又は金属化合物である場合には以下の方法で微粒子を均一に分散した組成物を得る事ができることを見いだした。

【0004】

【課題を解決するための手段】 即ち、本発明は水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーを含む水系媒体中に直径 1～1000nm かつ全固形成分中の含量が 0.001～12重量%の金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子が均一に分散されてなり、全固形成分濃度が 1 重量%以上である事を特徴とする微粒子を分散した水性液である。また本発明は水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーを含む水系媒体に金属化合物溶液を加え相当する金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子を析出させることを特徴とする上記水性液の製法である。さらに本発明は上記水性液を乾燥して得られる固形組成物である。微粒子があらかじめ形成されている場合にはポリマーに混合する際にどうしても凝集の問題が付きまとうが、ポリマーを水中に溶解あるいは分散し、その粘度が 0.8～2000cP である水系媒体中において化学反応あるいは物理現象を利用して金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子を析

出させると分散性の良い微粒子が得られることを見いだした。これは溶解したポリマーあるいは分散したポリマー表面が微粒子析出の核となり、多数の核の上で独立して粒子の成長が進むからであろうと考えられる。この際ポリマーを含む水性液に金属化合物溶液を加えることが必要で、金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子の分散液をポリマーを含む水性液に加えても分散性の良い微粒子は得られない。化学反応を利用する場合にはポリマーを水中に溶解あるいは分散した媒体の粘度は 0.8~2000 cP でも可能であるが粘度が 0.8~600 cP である事が望ましく、0.8~100 cP である事が更に望ましい。これは粘度が低い方が媒体全体で均一な反応が可能となるからである。なお、全固形分の割合を増加させるために各種の濃縮工程を微粒子調製後に行っても良い。

【0005】本発明で用いる水溶性ポリマーとしては天然水溶性ポリマー及び／又は合成水溶性ポリマーがある。天然水溶性ポリマーとしてはでんぷん及びその誘導体、プルラン、水溶性セルロース誘導体、アルギン酸、グアーガム、アラビアゴム、トラガントガム、ゼラチンがある。水溶性セルロース誘導体としてはカルボキシメチルセルロース、メチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース等がある。

【0006】合成水溶性ポリマーとしてはポリビニルピロリドン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンオキサイド、ポリビニルエーテル、ポリアクリルアミド、ポリアクリル酸ソーダ、ポリエチレングリコール、水溶性アクリル樹脂、水溶性エポキシ樹脂、水溶性ポリエステル樹脂、水溶性ウレタン樹脂がある。天然水溶性ポリマー及び／又は合成水溶性ポリマーを組み合わせて用いても良い。

【0007】本発明で用いる水中分散性ポリマーとしては熱硬化性ポリマー及び熱可塑性ポリマーがある。熱硬化性ポリマーとしてはフェノール樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、ジアリルフタレート樹脂等がある。

【0008】熱可塑性ポリマーとしてはポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン等のポリオレフィン、及びポリ酢酸ビニル、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリルアミド、ポリエーテル、ポリアクリロニトリル、ポリフルオルエチレン、ポリエステル、ポリカーボネート、ナイロン、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリスルホン、ポリビニルアセタール、ポリビニルアルコール、ポリカーボネート、ABS樹脂、AS樹脂等がある。またこれ等の熱可塑性ポリマー及び熱硬化性ポリマーの組み合わせで用いても良く、上記ポリマーの主鎖を構成要素とする共重合ポリマーを用いても良い。

【0009】水中分散性ポリマーの直径は 1~1000

nm が望ましく、更に望ましくは 1~800 nm である。微粒子を析出させる化学反応としては金属微粒子を析出させる場合には還元反応を、又金属化合物微粒子を析出する反応としてはゾルゲル法や共沈殿法を利用する。反応を速やかに完結させるために高温及び加圧条件も用いる。微粒子を析出させる物理的方法としては金属化合物の溶解度の温度依存性を利用する。即ち水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーからなる水系媒体への金属化合物の溶解度の温度係数が正の場合には高温で該金属化合物を飽和溶解させ徐々に温度を下げっていく事により該金属化合物微粒子を調製することができる。

【0010】水溶性ポリマー又は水中分散性ポリマー中に均一に分散させる金属微粒子又は金属化合物微粒子としてはフォトクロミック材料、抗菌材料、防黴材料、防藻材料、磁性材料、非線形光学材料、顔料、触媒、導電性材料等を用いる事ができ、分散状態を安定に維持するためにはその直径は 1~1000 nm が好ましく、更に好ましくは 1~600 nm であり、特に好ましくは 1~100 nm である。フォトクロミック材料としてはハロゲン化銀等があり磁性材料としてはバリウムフェライト、γ-フェライト、マグネタイト、マンガンフェライト等があり、非線形光学材料としては金、銀、ハロゲン化銀があり、顔料としては金、銀があり、触媒としては白金、パラジウム、ロジウム、イリジウム等があり、導電性材料としては酸化錫、インジウム酸化錫、銀、金等がある。特に抗菌材料としては金、銀、銅、酸化亜鉛、二酸化チタン、ハロゲン化銀、酸化銀、酸化マグネシウム、亜酸化銅、酸化第一銅等が用いられ、防黴材料及び防藻材料としては銀、ハロゲン化銀、酸化銀、銅、亜酸化銅、酸化第一銅がある。

【0011】このようにして得られる金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子が均一に分散されたポリマーを含む水性液は、これを噴霧乾燥等の手段により水分を除去して固形組成物とする事ができる。この組成物は水性液に含まれたポリマー上に金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子が均一に分散されたものである。以下に本発明の実施例を示す。

【0012】

【実施例】

実施例 1

市販のフッ素樹脂水性エマルジョン系撥水剤（明成化学工業（株）製、アサヒガード AG-471、固形分濃度 2.3wt %、平均粒子径 120nm）50ml を 100ml ナスフラスコに入れ、これに蒸留水 45ml に溶解した硝酸銀 8.50mg（0.05mmol、AgNO₃、特級試薬）を添加し、室温で混合した。この時の分散液の粘度は 11cP であった。その後、水素化ほう素ナトリウム（NaBH₄、特級試薬）7.57mg（0.2mmol）を溶解した蒸留水 5ml を添加し、Ag 0.5mmol/l の淡黄色均一な銀微粒子配合フッ素撥水剤水性エマルジョンを得た。全固形成分中の銀微粒子濃度は 0.47 重量% であ

った。この銀微粒子配合フッ素撥水剤水性エマルジョンを炭素薄膜上で乾固し、透過型電子顕微鏡により観察した。銀微粒子の分散状態は良好で、平均粒径は4.2nm、変異係数は40.5%であった。ここで変異係数とは粒子の直径の平均値を粒子の直径の標準偏差で割った数値である。この銀微粒子配合フッ素撥水剤水性エマルジョンは、室温下で3ヵ月以上安定で分散状態に変化が見られなかった。

【0013】該水性エマルジョン 100mlをビーカーに入れ、これに市販の綿布(10cm角)を5分間浸漬、攪拌した。該綿布を該水性エマルジョンより取り出し、風乾後、120℃10分間、170℃30秒間熱処理して銀微粒子配合撥水綿布を得た。該綿布をX線マイクロアナライザーにて面分析したところ、銀微粒子が綿布表面に均一に分布していた。該綿布より5cm角の試験片を得て、抗菌試験を行った。大腸菌及び黄色ブドウ球菌を滅菌リン酸緩衝液に浮遊させて菌数濃度が約 10^5 /mlとなるように調製した。試験片上に各菌液1mlを滴下した後、25℃で18時間保存した。18時間後に試験片上の試験菌液をSCDLP培地10mlで洗い出し、洗い出し液中の生菌数をSCDLP寒天培地を用いた混釈平板培養法(35℃、2日間)により測定した。結果を表1に示した。優れた抗菌性が確認され

た。

【0014】比較例1

硝酸銀8.50mg(0.05mmol、AgNO₃、特級試薬)を溶解した蒸留水45mlを100mlナスフラスコに入れ、水素化ほう素ナトリウム(NaBH₄、特級試薬)7.57mg(0.2mmol)を溶解した蒸留水5mlを添加し、Ag 1.0mmol/lの淡黄色均一な銀微粒子水性分散液を得た。これに実施例1で用いたフッ素樹脂水性エマルジョン系撥水剤50mlを混合、攪拌した。混合直後は淡黄色均一であったが、5時間後にはナスフラスコ上部は無色透明となり下部に黄色の凝集物が生成した。

【0015】引き続き、実施例1と同様にして綿布を浸漬、攪拌した。該綿布を該水性エマルジョンより取り出し、風乾後、120℃10分間、170℃30秒間熱処理して銀微粒子配合撥水綿布を得た。該綿布をX線マイクロアナライザーにて面分析したところ、綿布表面での銀微粒子の分布は、銀の凝集物が局所的に存在しており不均一であった。該綿布より5cm角の試験片を得て実施例1と同様に抗菌試験を行い、結果を表1に示した。抗菌性は悪かった。

【0016】

【表1】

試験菌	区分	一枚当たりの生菌数	
		実施例1	比較例1
大腸菌	開始時	7.8×10^5	8.1×10^5
	18時間後	検体	< 10
		対照	1.3×10^5
黄色ブドウ球菌	開始時	2.3×10^5	5.3×10^5
	18時間後	検体	< 10
		対照	2.1×10^5

【0017】実施例2

硝酸銀8.50mg(0.05mmol、AgNO₃、特級試薬)ポリビニールアルコール(原子吸光分析用試薬)2gを蒸留水95mlに溶解した。粘度は3cPであった。これを100mlナスフラスコに入れ、水素化ほう素ナトリウム(NaBH₄、特級試薬)7.57mg(0.2mmol)を溶解した蒸留水5mlを添加し、Ag 0.5mmol/lの淡黄色均一な銀微粒子配合ポリビニールアルコール水溶液を得た。全固形成分中の銀微粒子濃度は0.27重量%であった。この銀微粒子配合ポリビニールアルコール水溶液を炭素薄膜上で乾固し、透過型電子顕微鏡により観察した。銀微粒子の分散状態は良好で、平均粒径は6.2nm、変異係数は47.2%であった。この銀微粒子配合ポリビニールアルコール水溶液は、室温下で3ヵ月以上安定で分散状態に変化が見られなかった。該水溶液を噴霧乾燥して、銀微粒子配合ポリビニールアルコール粉末を得た。該粉末をX線マイクロアナライザーにて面分析したところ、銀微粒子がポリビニール

アルコール粉末中に均一に分布していた。

【0018】該粉末の抗菌試験を実施した。大腸菌及び黄色ブドウ球菌を0.9%食塩水に浮遊させて菌数濃度が約 10^4 /mlとなるように調製した。該粉末100mgを試験菌液100mlに添加して30℃30分間攪拌した。30分後に試験液を一定量採取し、L寒天培地を用いて30℃2日間培養した後生じたコロニー数を銀を配合しない対照のコロニー数と比較することにより生菌率を求めた。結果を表2に示した。優れた抗菌性が確認された。

【0019】比較例2

硝酸銀8.50mg(0.05mmol、AgNO₃、特級試薬)を溶解した蒸留水45mlを100mlナスフラスコに入れ、水素化ほう素ナトリウム(NaBH₄、特級試薬)7.57mg(0.2mmol)を溶解した蒸留水5mlを添加し、Ag 1.0mmol/lの淡黄色均一な銀微粒子水性分散液を得た。これに実施例2で用いた蒸留水50mlに溶解したポリビニールアルコール2gを混合、攪拌した。混合直後は淡黄色均一であったが、5

時間後にはナスフラスコ上部は無色透明となり下部に黄褐色の凝集物が生成した。該水溶液を噴霧乾燥して、銀微粒子配合ポリビニールアルコール粉末を得た。該粉末をX線マイクロアナライザーにて銀の分析をしたところ、銀微粒子のポリビニールアルコール粉末中での分布は、銀の凝集物が局所的に存在しており不均一であった。該粉末の抗菌試験を実施例2と同様に実施し、その結果を表2に示した。生菌率は高く、抗菌性はほとんど認められなかった。

【0020】

【表2】

試験菌	30分後の生菌率 (%)	
	実施例2	比較例2
大腸菌	0	89
黄色ブドウ球菌	0	92

【0021】実施例3

ポリエチレングリコール5g（一級試薬、平均分子量 20000）を蒸留水 100mlに溶解した。この粘度は 1.5cPであった。これを還流器付き 100mlナスフラスコに入れ、90℃に加熱した。これにテトラプロピルチタネート14.2mg（0.05mmol、 $\text{Ti}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ 、特級試薬）を添加して、 $\text{Ti}(\text{OH})_4$ 0.5mmol/lの白色均一な水酸化チタン微粒子配合ポリエチレングリコール水溶液を得た。この水性液を還流下で加熱する事により酸化チタン微粒子配合ポリエチレングリコール水溶液が得られた。全固形成分中の微粒子濃度は0.12重量%であった。この酸化チタン微粒子配合ポリエチレングリコール水溶液を炭素薄膜上で乾固し、透過型電子顕微鏡により観察した。酸化チタン微粒子の分散状態は良好で、平均粒径は 5.2nm、変異係数は14.5%であった。この酸化チタン微粒子配合ポリエチレングリコール水溶液は、室温下で3ヵ月以上安定で分散状態に変化が見られなかった。該水溶液に濾紙に噴霧後、室温で乾燥して直径 4cmの試験片を得た。これをJISZ 2911準拠の8種混合菌によるかび抵抗性試験に供した。4週間後試験片にかびの発生は認められなかった。

【0022】比較例3

90℃に保った還流器付き 100mlナスフラスコ蒸留水50ml

にテトラプロピルチタネート14.2mg（0.05mmol、 $\text{Ti}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ 、特級試薬）を添加して、 $\text{Ti}(\text{OH})_4$ 1.0mmol/lの白色均一な水酸化チタン微粒子水性分散液を得た。次にこの分散液を還流下で加熱する事により酸化チタン微粒子水性分散液が得られた。これにポリエチレングリコール 5g（一級試薬、平均分子量 20000）を溶解した蒸留水50mlを混合、攪拌した。混合直後は白色均一であったが、7時間後にはナスフラスコ上部は無色透明となり下部に白色の凝集物が生成した。実施例3と同様にかび抵抗性試験を行った。濾紙への該混合物の噴霧は均一に行なえなかった。4週間後試験片の1/3以上の面積でかびの発生が認められた。

【0023】実施例4

酢酸ビニルーエチレン共重合樹脂エマルジョン（ヘキスト合成（株）製、モビニール181E、濃度55重量%、平均粒子径 400nm）20g、塩化第二鉄六水和物（ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、特級試薬）3.00g（11.1mmol）及び硫酸第一鉄七水和物（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、一級試薬）1.54g（5.53mmol）を蒸留水130mlに溶解し、2.5gの水酸化ナトリウムを溶解した蒸留水50mlを加た。この時の粘度は 800cPであった。5分間加熱還流を行ないマグネタイト（ Fe_3O_4 ）微粒子配合酢酸ビニルーエチレン共重合樹脂エマルジョンを得た。その後、傾斜法により蒸留水洗浄を充分に行ない、pHを5として、黒色均一な Fe_3O_4 濃度 27.65mmol/lのマグネタイト微粒子配合酢酸ビニルーエチレン共重合樹脂エマルジョンを得た。全固形成分中の微粒子濃度は 10.42重量%であった。該エマルジョンを炭素薄膜上で乾固し、透過型電子顕微鏡により観察した。マグネタイト微粒子の分散状態は良好で、平均粒径は 420nm、変異係数は10.2%であった。該エマルジョンは、室温下で3ヵ月以上安定で分散状態に変化が見られなかった。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば直径1～1000nmの金属微粒子及び／又は金属化合物微粒子を水溶性ポリマー及び／又は水中分散性ポリマーを含む水系媒体中で均一に分散させることができ、さらにこれを乾燥して固形組成物を得ることができるので、フォトクロミック材料、抗菌材料、防霉材料、防藻材料、磁性材料、非線形光学材料、顔料、触媒、導電性材料等に応用できる可能性が示された。